

## Artigo

# A influência da sojicultura transgênica na degradação ambiental do Pampa Gaúcho

Henrique Rudolfo Hettwer

### Resumo

Este artigo discute alguns dos impactos ambientais da sojicultura transgênica nos territórios dos cinco principais municípios produtores em área produzida do estado do Rio Grande do Sul – Tupanciretã, São Gabriel, Júlio de Castilhos, Cachoeira do Sul e Dom Pedrito. Estes territórios ocupam o domínio morfoclimático e fitogeográfico do Pampa, que vem sendo o mais desmatado nas últimas décadas no país, principalmente para a conversão à sojicultura transgênica. Este processo cresce num contexto de valorização da *commodity* soja, que vem se expandindo sobremaneira. Através de análise cartográfica de uso do solo, notabiliza-se a perda vegetativa considerável no Pampa. Isto afeta a diversidade da flora, da fauna, degrada os solos ao revolvê-los e desprotegê-los para a agricultura e compromete o equilíbrio climático e hídrico da região. Ao mesmo tempo, ocorre a intoxicação por pesticidas utilizados maciçamente no manejo da cultura transgênica. Os rios destes territórios - Jaguari, Vacacaí, Toropi, Jacuí e Santa Maria -, após pesquisa de campo e análise laboratorial, apresentaram a contaminação por diversos agrotóxicos, alguns deles banidos pela Anvisa. Conclui-se que a sojicultura transgênica provoca diversos impactos ambientais, derivados da dinâmica hegemônica do cultivar, que ignora e não inclui o custo ambiental das mazelas geradas, ameaçando as diversas formas de vida do Pampa.

**Palavras-chave:** Sojicultura transgênica; Pampa; Desmatamento; Intoxicação.

## The influence of transgenic soybean farming in the environmental degradation of the Pampa of Rio Grande do Sul

### Abstract

This article discusses some of the environmental impacts of transgenic soybean farming in the territories of the five main producing municipalities in the produced area of the state of Rio Grande do Sul –

Tupanciretã, São Gabriel, Júlio de Castilhos, Cachoeira do Sul and Dom Pedrito. These territories occupy the morphoclimatic and phytogeographical domain of the Pampa, which has been the most deforested in recent decades in the country, mainly for conversion to transgenic soybean farming. This process is taking place against the backdrop of the soya commodity, which has been expanding greatly. Through cartographic analysis of land use, the considerable vegetative loss in the Pampa is notable. This affects the diversity of flora and fauna, degrades the soil by turning it over and making it unprotected for agriculture and compromises the region's climate and water balance. At the same time, poisoning occurs due to pesticides used massively in the management of transgenic crops. The rivers in these territories - Jaguari, Vacacaí, Toropi, Jacuí and Santa Maria -, after field research and laboratory analysis, showed contamination by various pesticides, some of them banned by Anvisa. The conclusion is that transgenic sojiculture causes various environmental impacts, deriving from the hegemonic dynamics of the cultivar, which ignores and does not include the environmental cost of the problems generated, threatening the various forms of life in the Pampa.

**Keywords:** Transgenic soybean farming; Pampa; Deforestation; Intoxication.

## La influencia del cultivo de soja transgénica en la degradación ambiental de la Pampa de Rio Grande do Sul

367

### Resumen

Este artículo discute algunos de los impactos ambientales del cultivo de soja transgénica en los territorios de los cinco principales municipios productores de la zona productora del estado de Rio Grande do Sul – Tupanciretã, São Gabriel, Júlio de Castilhos, Cachoeira do Sul y Dom Pedrito. Estos territorios ocupan el dominio morfoclimático y fitogeográfico de la región pampeana, que ha sido la más deforestada en las últimas décadas en el país, principalmente para su conversión al cultivo de soja transgénica. Este proceso se da en un contexto de apreciación de la *commodity* soja, que se ha expandido mucho. A través del análisis cartográfico del uso del suelo, se observa la considerable pérdida vegetal en la Pampa. Esto afecta la diversidad de flora y fauna, degrada los suelos al revolverlos y privarlos de protección para la agricultura, y compromete el clima y el equilibrio hídrico de la región. Al mismo tiempo, se produce el envenenamiento por plaguicidas utilizados masivamente en el manejo de cultivos transgénicos. Los ríos de esos territorios – Jaguari, Vacacaí, Toropi, Jacuí y Santa Maria –, después de investigaciones de campo y análisis de laboratorio, mostraron contaminación por diversos plaguicidas, algunos de ellos prohibidos por Anvisa. Se concluye que el cultivo de soja transgénica provoca diversos impactos ambientales, derivados de la dinámica hegemónica del cultivar, que ignora y no incluye el costo ambiental de los males generados, amenazando las diversas formas de vida en la Pampa.

**Palabras clave:** Soja transgénica; Pampa; Deforestación; Intoxicación.

## Introdução

No Brasil, a cultura da soja alcançou uma relevância extraordinária, em controvérsias dinâmicas, especialmente nos últimos 50 anos, desde a égide da propugnada “Revolução Verde”. Há anos, configura o topo da balança comercial brasileira, ou seja, o que mais o país oferta comercialmente ao mundo, principalmente em grãos, sem agregar valor. A safra 2023-2024 resultou na colheita de 147.718.700 toneladas da leguminosa (CONAB, 2025).

Num contexto de crescente desnacionalização empresarial e desindustrialização precoce do país, agudizados nas últimas décadas de domínio neoliberal, redimensiona-se o colonialismo, que amplia o domínio do capital estrangeiro no Brasil, a externalidade na tomada de decisões econômicas estratégicas e a remessa de capitais ao exterior. A exploração do país por transnacionais só cresce. Elas se apropriam dos recursos naturais, exploram a mão de obra mais barata e ocupam o vultoso mercado interno de 203,1 milhões de habitantes, evadindo seus lucros às suas matrizes, o que Galeano (2011) denominou “as veias abertas da América Latina”. Ao mesmo tempo, eleva-se a reprimarização brasileira no contexto da Divisão Internacional do Trabalho, com as *commodities* soja, ferro, petróleo bruto e carnes liderando a lista de produtos exportados, diante da aquisição de produtos de alto valor agregado no mercado exterior.

Esta dinâmica econômica se sustenta em potente narrativa de segmentos que hegemonomizam o agronegócio, alardeando amplo sucesso do sentido de desenvolvimento das forças produtivas desencadeado. Porém, a narrativa escamoteia diversos aspectos, como a reprimarização econômica e a dependência estrangeira que gera, a vulnerabilidade social, os privilégios oligárquicos, a concentração econômica, a degradação ambiental e a insegurança alimentar.

O modelo prevalecente sojicultor brasileiro é baseado na transgenia, que determina uma série de condicionantes, requerendo pactos políticos e econômicos para sua reprodução. Esta configuração vai consolidar a oligopolização nacional e estrangeira da

cadeia produtiva. Os pactos forjados, por sua vez, derivarão diversos impactos nos territórios hegemônicos. A prevalência da sojicultura transgênica suscita diversas discussões geográficas, de territorializações, desterritorializações e reterritorializações no espaço geográfico brasileiro.

Com isso, objetiva-se a análise de impactos ambientais da sojicultura transgênica nos cinco principais municípios sojicultores em área produzida do Rio Grande do Sul, segundo o Censo Agropecuário do IBGE (IBGE, 2017) – Tupanciretã, São Gabriel, Júlio de Castilhos, Cachoeira do Sul e Dom Pedrito, na região do Pampa gaúcho. Os objetivos específicos são: a contextualização em que se insere a cadeia produtiva sojicultora e suas condicionantes para sua reprodução; a análise de impactos ambientais na vegetação do domínio morfoclimático e fitogeográfico do Pampa nos municípios destacados; os agravos da contaminação da água dos principais rios destes territórios.

Este estudo, metodologicamente, apresenta pesquisa bibliográfica de diferentes áreas do conhecimento discutidas com a Geografia para sustentar as análises suscitadas. O referencial bibliográfico subsidia a pesquisa e apresentação de indicadores sociais, econômicos e ambientais, de diversas fontes, oficiais, acadêmicas e de organismos da sociedade civil, legitimadas pelo seu reconhecimento social e científico. Inserem-se ainda resultados de pesquisa de campo de coleta de água de rios, com análise laboratorial realizada pelo Laboratório de Resíduos de Pesticidas (LARP), da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), e a apresentação de riscos ao meio ambiente e à saúde humana destes ingredientes ativos detectados.

## 1. A configuração da sojicultura transgênica

A cadeia produtiva da soja transgênica é regida hegemonicamente por um esquema que inclui as seguintes condicionantes: o uso de OGMs, fertilizantes e agrotóxicos, com intensa mecanização, em grandes e médias propriedades rurais para a maximização

de lucros. Destinação de elevado incentivo estatal (crédito rural) e isenções fiscais. Visa majoritariamente a exportação, além da fabricação de óleo, rações, alimentos ultraprocessados e biodiesel, no Brasil, ainda que com o domínio de oligopólio estrangeiro em diversos produtos derivados. É uma cadeia produtiva dominada pelo capital estrangeiro em diversas etapas, como os insumos (sementes e agrotóxicos), a mecanização (tratores e colheitadeiras); e protagonismo crescente no beneficiamento, estocagem e comercialização.

A história dos Organismos Geneticamente Modificados (OGMs)<sup>1</sup> começou em 1953, com a descoberta do DNA. Na década de 1970, o advento das enzimas de restrição permitiu a seleção de genes de interesse e sua transferência para outras espécies que se queria modificar. A Biotecnologia é um ramo da ciência que aplica os conceitos da moderna engenharia genética na geração de novos produtos na agricultura, nos processos industriais ou na medicina.

Nos cultivares transgênicos como RR (*Roundup Ready*) ou IPRO (*Intacta*), desenvolvidos com a tecnologia da Monsanto/Bayer, são utilizados produtos do grupo dos glifosatos no manejo fitossanitário. O glifosato é um tipo de herbicida não-seletivo e sistêmico, de amplo espectro, ou seja, que atua em toda a planta e pode ser utilizado contra vários tipos de ervas daninhas em diversos tipos de cultura. Pode ser aplicado no preparo para o plantio, dessecando (secando) a área aplicada e matando as plantas atingidas em pouco tempo. No caso da soja convencional, isso não seria possível, em decorrência de sua sensibilidade ao herbicida.

Para obter essa resistência, o DNA foi extraído de um organismo, e introduzido no tecido meristemático. Este tecido tem a capacidade de se dividir em novas células e originar novos tecidos. A proteína é expressa em todos os órgãos da planta, sendo que essa

---

<sup>1</sup> De acordo com a Lei de Biossegurança (11.105/05), um Organismo Geneticamente Modificado (OGM) é um ser vivo cujo material genético foi alterado por engenharia genética. O termo transgênico refere-se a organismos que incorporam genes modificados, enquanto cisgênicos são aqueles que utilizam genes de espécies compatíveis. Um exemplo de cisgênico é a batata resistente ao fungo *Phytophthora*, desenvolvida pelo Plant Research International, que empregou um gene de batatas selvagens. A legislação brasileira considera todos os OGMs, independentemente de sua origem genética, englobando tanto transgênicos quanto cisgênicos.

modificação genética não incrementa a produtividade da cultura, ou valor nutricional do grão (Melgarejo, 2006). Esse gene foi retirado de uma bactéria que vive no solo, pertencente à espécie *Agrobacterium*. Segundo Amaral, Jaigobind e Jaigobind (2006), a inserção deste gene na planta codifica então a proteína CP4, que é parecida com a EPSPS, exceto em sua tolerância ao glifosato. Logo, quando introduzida no genoma da soja, tornou a planta resistente à aplicação do herbicida.

De acordo com Azevedo, Fungaro e Vieira (2000), são considerados OGMs todos os organismos cujos materiais genéticos (DNA/RNA) tenham sido modificados por qualquer técnica de engenharia genética, envolvendo atividade de manipulação de DNA/RNA recombinante, mediante a modificação de segmentos de DNA/RNA natural ou sintético que possa multiplicar-se em uma célula viva.

Porto-Gonçalves (2004) indica que a denominação OGM seja imprecisa, pois naturaliza a expressão, e não diferencia os processos naturais ou de criação híbrida humana, como as enxertias, os cruzamentos, por exemplo. Para o geógrafo, por certo, se deveria denominar como Organismos Transgenicamente Modificados (OTMs).

Com a relevância dos OGMs, os governos de países desenvolvidos concederam a empresas privadas uma série de incentivos para o investimento no setor de biotecnologia, gerando um interesse de grandes corporações, principalmente as de agrotóxicos, para atividades de P&D em cultivos transgênicos. Para Martins (2010), o que explica tamanho interesse em biotecnologia, além dos incentivos disponibilizados, foi o fato de estarem buscando novos negócios, e também a previsão de queda no mercado de praguicidas.

Com a revolução da engenharia genética, a partir dos anos de 1970, o setor de sementes transgênicas ganhou destaque, exigindo elevado investimento em pesquisa e desenvolvimento, o que já resumiu a ocupação do segmento por poucas e gigantes corporações. As empresas do setor possuem lucros elevados através do ganho em cima de propriedades intelectuais derivadas do patenteamento pelo pagamento de *royalties*. Weyermüller (2004) cita que, ao contrário do que se pensa, pode haver um aumento no

preço final dos produtos, caso o agricultor venha a gastar mais com defensivos e com os custos de classificação e rotulagem a serem entregues como produto final.

Segundo Londres (2005), ao analisar o mercado mundial de OGMs, 77% dos transgênicos cultivados apresentam, como diferencial, a característica de serem resistentes a herbicidas (agrotóxicos que matam mato). Outros 15% dos transgênicos são os chamados cultivos Bt, que tiveram inseridos em seu código genético genes de uma bactéria, chamada *Bacillus thuringiensis*, que produz toxinas inseticidas, que mata a espécie que ingerir a planta. Os 8% restantes dos transgênicos existentes no mundo combinam as duas características citadas: resistência a herbicidas e propriedades inseticidas.

Com a instituição dos OGMs na agricultura houve a promessa de redução dos custos de produção das lavouras transgênicas com a diminuição do uso de agroquímicos, o que impactaria menos o meio ambiente. Todavia, segundo o Departamento de Agricultura do Governo Estadunidense (USDA, na sigla em inglês) a soja modificada tolerante a herbicida (toda a soja transgênica plantada) requer, em média, 11% mais agrotóxicos do que a soja convencional para controlar o mato, havendo zonas onde se têm utilizado até 30% mais. Para Londres (2005), esse uso intensivo exige o aumento massivo da utilização de um só herbicida, o que fez aumentar a resistência do mato ao agrotóxico, levando agricultores a usarem maiores quantidades do herbicida para compensarem sua perda de eficácia.

Além do uso intenso de herbicidas, notabiliza-se o emprego de inseticidas e fungicidas, que representam a maioria dos produtos químicos utilizados na sojicultura transgênica. Estudo de Hess e Nodari (2022) confirma o aumento do consumo por hectare de agrotóxicos. Conforme a pesquisa, em 2010, havia 65.374.591 hectares no Brasil usados para lavouras temporárias e permanentes que consumiram 384.501 toneladas de ingredientes ativos. Isto representa cerca de 5,88 quilos ou litros, a depender da formulação, por hectare. Em 2020, em 83.396.004 hectares, houve o uso de 685.746 toneladas de ingredientes ativos, o que significa a porção de 8,22 quilos ou litros por hectare, um aumento de 39,79% no período.

A semente da soja transgênica é um produto que pode ser patenteado, com o domínio de tecnologia de determinadas empresas. Para ter acesso a essa semente, os produtores precisam comprar das corporações (principalmente transnacionais), o que gera duas consequências: aumento do valor na produção e a dependência dessas empresas, o que causa instabilidade política e econômica a agricultores, ao Estado e a consumidores.

A tecnologia Intacta engloba uma série de benefícios para o produtor de soja. No entanto, como toda tecnologia tem um valor, o preço da semente costuma ser mais alto, o que vem acarretando uma controvérsia judicial que envolve a Monsanto/Bayer, detentora da patente, e os agricultores, com relação ao pagamento de *royalties*. Os produtores de Mato Grosso, através da Aprosoja (Associação dos Produtores de Soja), processaram a Monsanto/Bayer, visando o cancelamento da patente da Intacta, que alegam não possuir quaisquer inovações tecnológicas. A Justiça Federal determinou a devolução integral dos *royalties*, o que gerou uma disputa judicial que pode alcançar R\$ 2,7 bilhões. Por meio de consulta informal a alguns produtores de sementes no Rio Grande do Sul, a Embrapa verificou que o preço das sementes de soja, já com o valor da taxa tecnológica incluída, varia de R\$ 4,50/kg para tecnologia RR a R\$ 11,00/kg para a tecnologia IPRO (Embrapa, 2021).

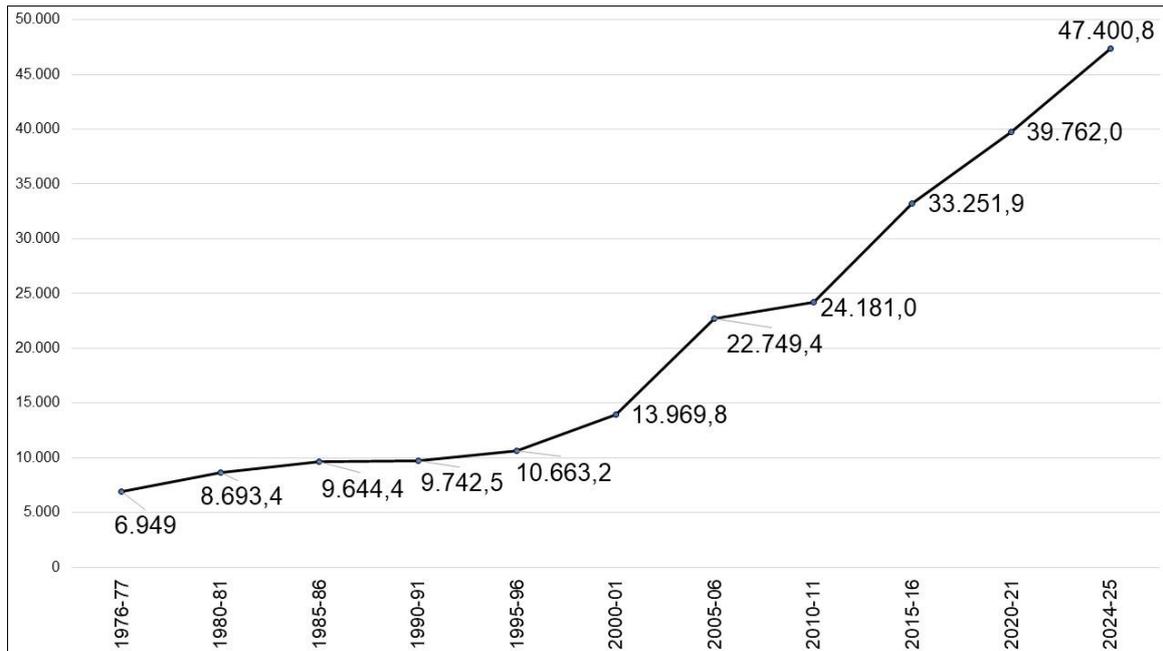
No Rio Grande do Sul, 63% das sementes de soja comercializadas possuem a tecnologia IPRO e 37% são RR. A cultivar com a tecnologia *Roundup Ready* (RR) ainda mantém o alto potencial produtivo e é isenta de cobrança de *royalties*, com a queda da patente, tornando-se assim um atrativo a mais para os produtores. Atualmente, a Embrapa detém um terço do mercado de sementes de soja RR no estado (Embrapa, 2021).

## 2. A expansão sojicultora

A sojicultura vem se expandindo consideravelmente no espaço geográfico brasileiro, na modalidade transgênica, que detém cerca de 96% da área produzida. A sojicul-

tura expandiu-se significativamente no Centro-Oeste, no Sul e no Matopiba, confluência dos estados de Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia, avançando sobre o Cerrado, o Pampa e a Floresta Amazônica, principalmente.

**Gráfico 1** - Evolução da área sojicultora nas safras 1976-1977 a 2024-2025\* em mil/ha no Brasil



Fonte: CONAB (2025). Org.: Autor (2025). \* Estimativa da Conab 2024-25.

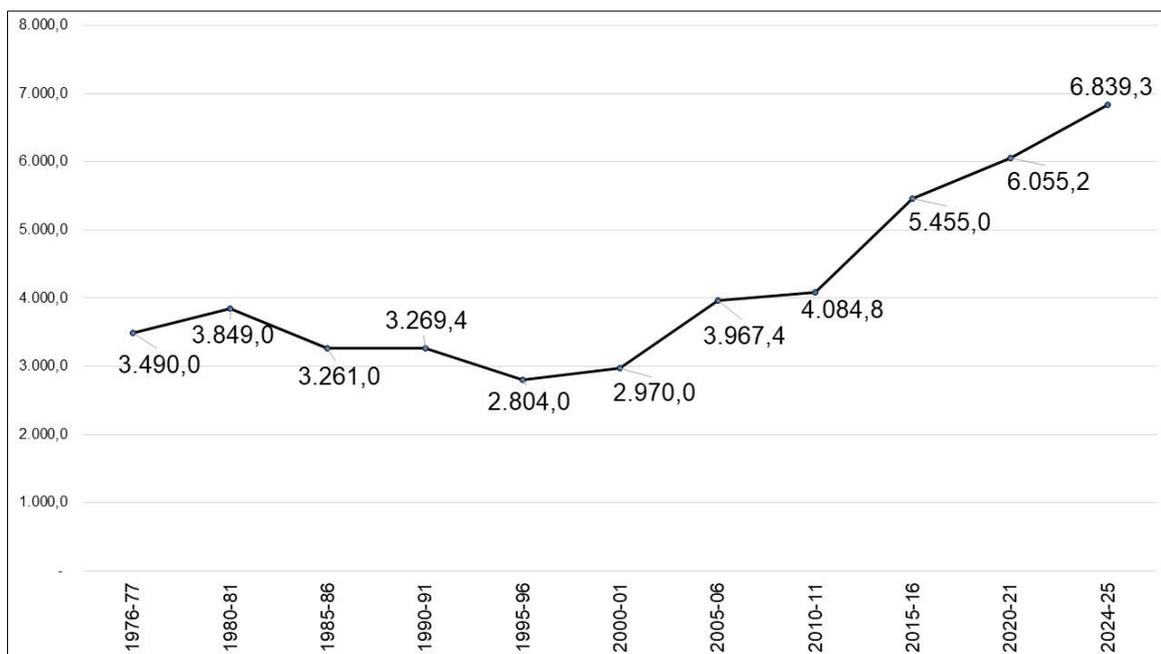
Analisando-se o **Gráfico 1**, nota-se a crescente e acelerada expansão sojicultora no Brasil. Segundo a CONAB (2025), a cultura detinha 6.949.000 hectares na safra 1976/1977. A estimativa para a safra 2022/2023 é a ocupação de 44.075.600 hectares com a sojicultura, um aumento de mais de 534% no período, ou seja, mais que sextuplicou a área de produção. Ressalte-se que o salto de área produzida foi dado com a chegada da transgenia. Até o final da década de 1990, anterior à transgenia, a cultura detinha cerca de 13 milhões de hectares.

Com o contrabando de sementes oriundas da Argentina (Robin, 2008) e a geração do fato consumado de crescente produção, houve pressão política sobre o governo federal e a aprovação da comercialização do cultivar transgênico no início do século XXI. Os OGMs da Monsanto/Bayer, principalmente, alastraram-se pelo espaço geográfico brasi-

leiro. Com isso, a cultura salta de 13 milhões de hectares para os atuais 47,4 milhões de hectares, em contínua expansão.

O Rio Grande do Sul é o terceiro maior estado produtor de soja em grão do Brasil, superado apenas pelos estados de Mato Grosso e Paraná. De acordo com a Pesquisa Agrícola Municipal do IBGE, o estado produziu 15,8 milhões de toneladas em média no triênio 2018-2020. As áreas mais produtivas encontram-se principalmente no norte-noroeste e centro. No período 2018-2020, 42 municípios apresentaram produção média superior a 100.000 toneladas/ano e juntos são responsáveis por 43,3% da produção estadual (Governo do Estado do RS, 2022).

**Gráfico 2** - Evolução da área plantada de soja em ha no RS no período 1976-77 a 2024-25\*



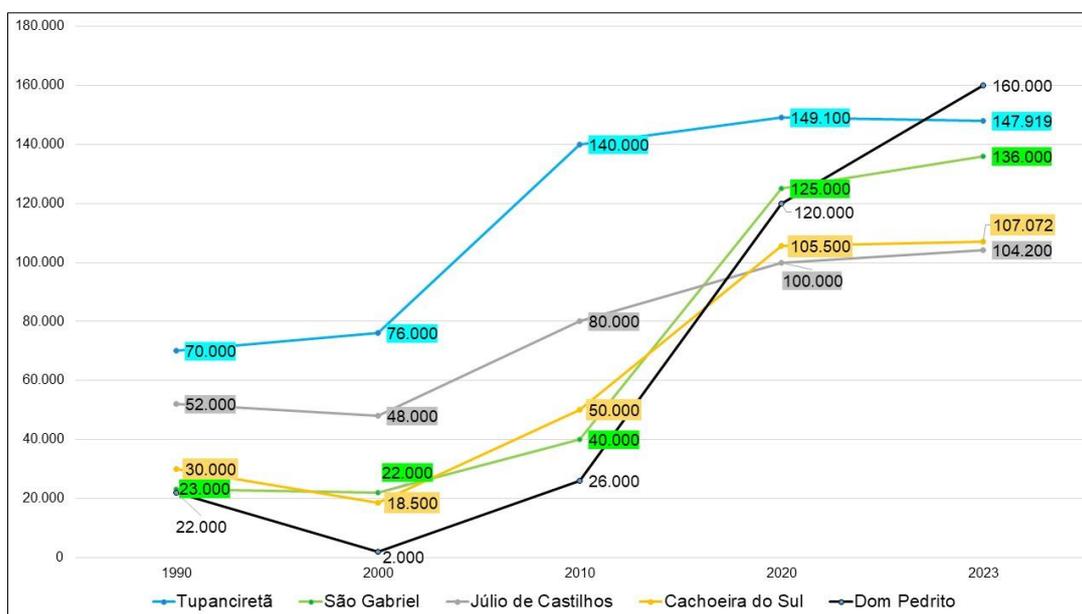
Fonte: CONAB (2025). Org.: Autor (2025).

No estado, a cultura da soja vem se expandindo destituindo outras atividades rurais existentes, especialmente a pecuária e a produção de alimentos da agricultura familiar. A área plantada evoluiu consideravelmente, um aumento de 96% no período de 1976-77 a 2024-25, como ilustra o **Gráfico 2** (CONAB, 2025). Segundo o Censo Agropecuário

(IBGE, 2017), em 2017, são 95.482 estabelecimentos rurais produtores de soja, o que resulta em uma média de área territorial de cada propriedade rural superior a 54 ha, num total de área colhida de 5.189.633 hectares.

É uma realidade bem distinta do estado do Mato Grosso, que apresenta uma média de estabelecimento rural sojicultor que supera a média de 1.248 hectares. São cenários distintos que reportam a conclusões distintas sobre o avanço produtivo. No caso do Mato Grosso, há considerável expansão da sojicultura sobre áreas inexploradas, de Floresta Amazônica, Cerrado e Pantanal, repercutindo em desmatamento para tanto. Já no Rio Grande do Sul, a sojicultura avança sobre a pecuária extensiva, que ocupava o Pampa gaúcho, e sobre a agricultura familiar, mudando consideravelmente o perfil das unidades rurais. Com isso, o Pampa é o domínio morfoclimático e fitogeográfico com maior índice de devastação do Brasil, segundo a Mapbiomas (Mapbiomas, 2023b).

**Gráfico 3** - Evolução da área plantada em ha de soja em municípios gaúchos 1990/2023



Fonte: IBGE (2025). Org.: Autor (2025).

O **Gráfico 3** demonstra a evolução da área plantada de soja nos cinco principais municípios, no período 1990-2023, segundo o IBGE (2025). Em Tupanciretã, o aumento foi de 111,3% na área plantada, de 70.000 hectares, em 1990, para 147.919 ha, em 2023; em

São Gabriel, superou 491,3% de crescimento nos 33 anos em tela, de 23.000 para 136.000 ha; em Júlio de Castilhos, o aumento foi de 100,4% no período, de 52.000 ha para 104.200 ha; em Cachoeira do Sul, a ampliação sojicultora foi de 256,9%, de 30.000 ha para 107.072 ha; e, em Dom Pedrito, o aumento foi ainda maior, de 627,3% no período, de 22.000 ha para 160.000 ha.

### 3. A expansão territorial sojicultora com desmatamento

De acordo com a MapBiomas (2023b), houve a significativa expansão antrópica sobre os domínios morfoclimáticos e fitogeográficos brasileiros no período 1985-2023. Isto acarretou a perda líquida de 108,2 milhões de hectares de vegetação nativa. Especificamente, a Amazônia perdeu 14%, a caatinga 14,4%, o cerrado 27,4%, a Mata Atlântica 3%, o Pampa 28,3%. A fronteira agrícola expande-se sobremaneira para a Amazônia Oriental e para o Matopiba, resultando no aumento de 107 milhões de hectares antropizados no período de 1985 a 2023, o que representa um terço das terras antropizadas brasileiras (MapBiomas, 2023b).

A MapBiomas (2023b) ainda destaca a evolução da conversão de áreas de vegetação nativa para pastagem no período 1985-2023, o que resultou em 73 milhões de hectares. No período, tornaram-se lavouras temporárias o equivalente a 42 milhões de hectares, de origens distintas – vegetação nativa, regiões já antropizadas e, principalmente, pastagens. A formação de pastagens é o princípio da degradação ambiental e da grilagem. Desmata-se, queima-se e cerca-se a área implantando a pecuária para tentar legitimar a apropriação em cartório. Consumada a grilagem, a terra pode ser dinamizada para outras culturas, em especial aquelas que demandem maiores lucros, destacando-se aí a sojicultura.

Aguiar e Torres (2021), salientam que a derrubada da floresta, ou da vegetação nativa, na terra apropriada, é tida, em primeiro lugar, como o principal instrumento de con-

solidação da invasão; e, em segundo lugar, como um facilitador para o posterior processo de “esquentar” a terra nos cartórios, uma vez que o próprio crime ambiental é também passível de ser entendido como prova de ocupação da terra. Ou seja, o desmatamento comprovado é um ótimo negócio ao consistir na prova de posse territorial para o registro cartorial, incentivando-se assim a prática criminosa em diversas regiões do país, especialmente na Amazônia. Consagra-se a máxima “Dono é quem desmata” vaticinada por um grileiro no Oeste do Pará, contemplado muitas vezes com o recebimento de títulos fundiários de terras saqueadas (Aguiar e Torres, 2021).

Além da pecuária extensiva, a soja é importante vetor direto ou indireto do desmatamento, que empurra a fronteira agropecuária para a Amazônia, para o Cerrado e para o Pampa. Segundo o Censo Agropecuário (IBGE, 2017), de 3.026.646 estabelecimentos rurais brasileiros com lavouras temporárias, 236.245 produzem soja em grão, ou seja, 7,8% das propriedades rurais. De uma área total colhida em lavouras temporárias, de 67.658.174 hectares, 30.722.657 ha são destinados à sojicultura, 45,4% da área agrícola brasileira, em 2017.

#### 4. O desmatamento do Pampa gaúcho

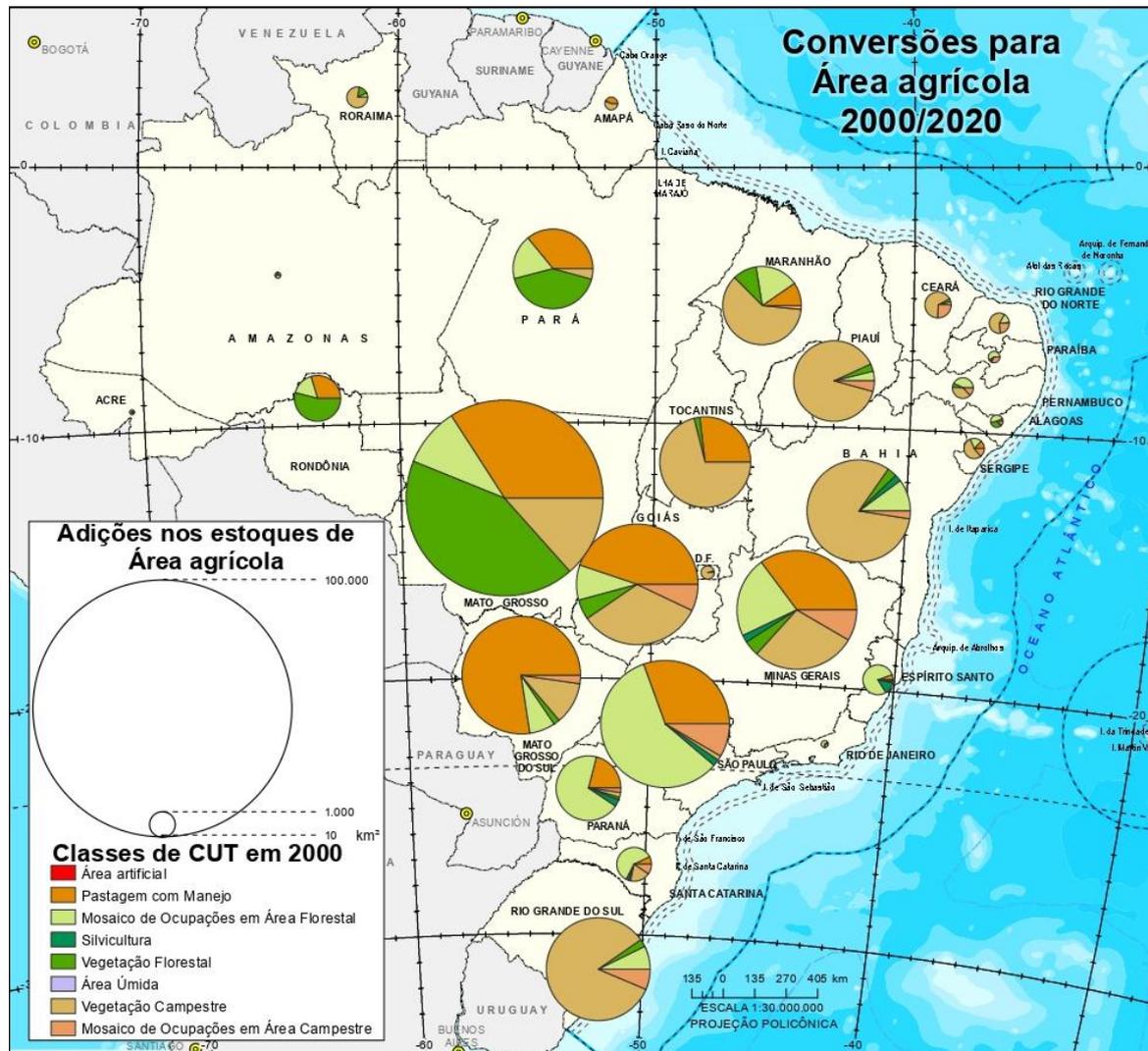
O retrato da área agrícola, em 2020, evidencia que as maiores áreas produtivas, dentre as Unidades da Federação, se situam em Mato Grosso (124.784 km<sup>2</sup>), São Paulo (102.913 km<sup>2</sup>), Rio Grande do Sul (98.302 km<sup>2</sup>), Paraná (72.152 km<sup>2</sup>) e Goiás (68.359 km<sup>2</sup>). No Rio Grande do Sul, houve expressiva expansão de área agrícola sobre vegetação campestre, especialmente na região dos campos sulinos, caracterizados pelas pradarias (IBGE, 2022).

A porção leste da região da Campanha Gaúcha apresenta topografia relativamente plana, denominada, localmente, como coxilhas e caracterizada pela presença de longas rampas, onde os solos são, em geral, natural-

mente férteis (IBGE, 2018). Tais condições favorecem a expansão dos cultivos mecanizados na região. Os Planossolos são amplamente utilizados no cultivo do arroz irrigado, devido ao hidromorfismo natural que favorece a retenção de água e o alagamento. Entretanto, o cultivo de soja vem ganhando cada vez mais espaço na região, ocupando áreas anteriormente cobertas por vegetação campestre que eram utilizadas como pastagem natural. A rotação dos cultivos de arroz, com a drenagem dos Planossolos, também permite o cultivo da soja em ciclos bianuais. Em alguns locais, observa-se o crescimento dos sistemas integrados, cuja principal característica é a atividade pecuária nos meses de inverno, entre a colheita da soja e a semeadura do arroz, segundo dados do Instituto Rio Grandense do Arroz – IRGA (IBGE, 2022, p. 55).

Segundo o IBGE (2022), no período 2000-2020, houve a expansão agrícola de 15.654 km<sup>2</sup> no Rio Grande do Sul, como ilustra o **Mapa 1**. Esta expansão agrícola gaúcha vem ocorrendo principalmente sobre áreas de vegetação nativa, especialmente o Pampa. Segundo Pillar e Lange (2015), trata-se de uma vegetação campestre, com alta biodiversidade, utilizada há séculos como pastagem para a produção pecuária na região. Com o manejo adequado, o uso pastoril dos campos preserva a vegetação nativa e é essencial para manter paisagens com muitas espécies nativas de plantas e animais. Esses campos provêm forragem para o gado e serviços ambientais significativos para a vida humana e ambiental, como a proteção de nascentes dos principais rios, estocagem de carbono nos solos campestres com alto valor para a mitigação de mudanças climáticas, conservação da fauna e da flora, além da identidade cultural das populações urbanizadas. A área total mapeada no bioma Pampa é de 19.391.568 ha, conforme delimitação do IBGE.

Mapa 1 – Conversões para área agrícola nas UFs 2000/2020.



Fonte: IBGE (2022).

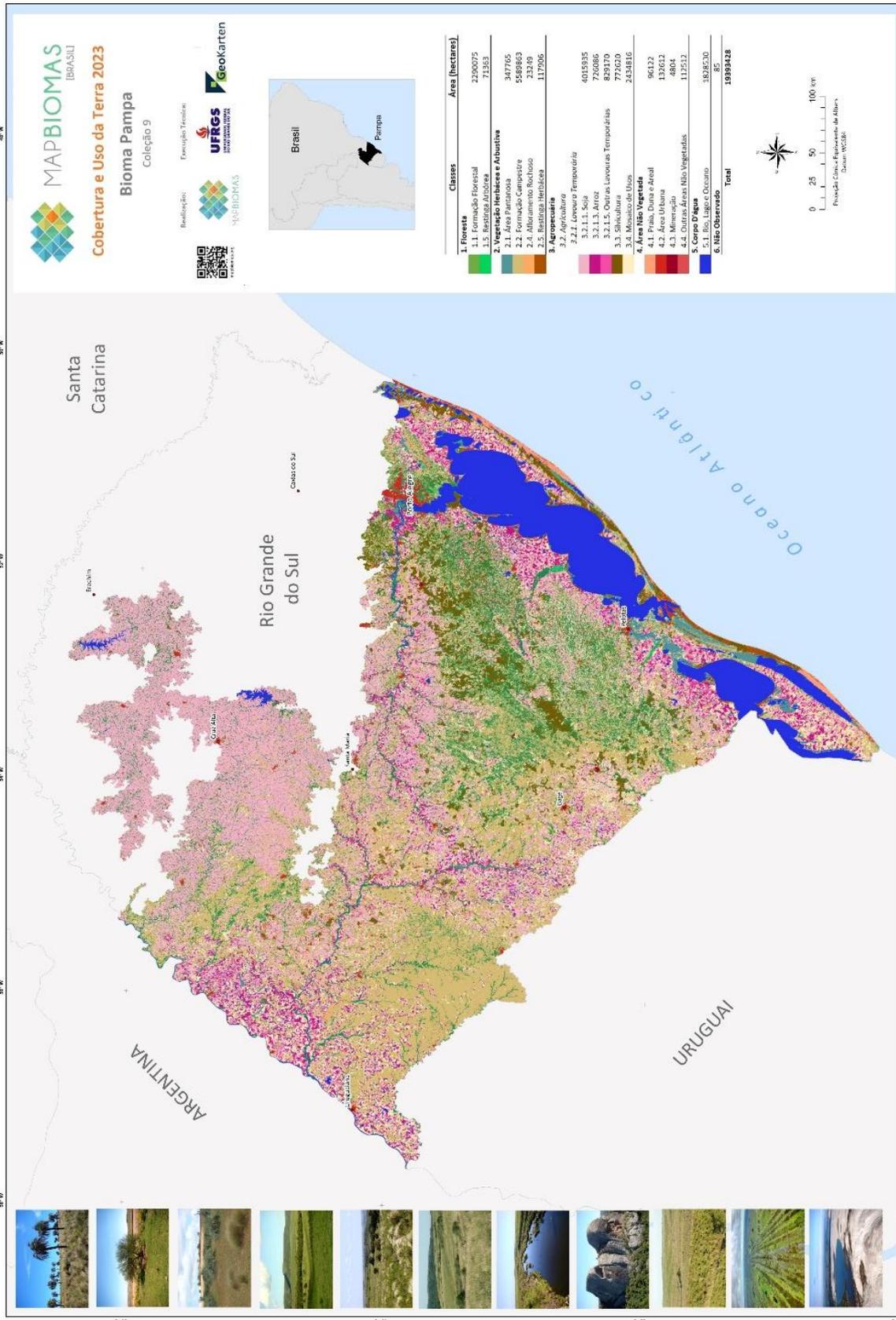
No passado, quando os primeiros humanos colonizaram a região do Sul do Brasil (~12.000 anos antes do presente), os campos constituíam a vegetação predominante. Mesmo após o avanço das florestas sobre os campos, fenômeno que ocorre desde os últimos 5.000 anos, estima-se que, na época da colonização pelos europeus, os campos nativos ocupavam cerca de 217.819 km<sup>2</sup>, o que correspondia a 9% do PR, 16% de SC e 66% do RS. Estimativas feitas para a primeira década do século XXI indicam que restavam cerca de 95.519 km<sup>2</sup>, ou seja, 43% do que havia originalmente. Atualmente, os campos nativos foram completamente eliminados em muitas regiões e, nos locais onde restam importantes remanescentes campestres, perdem-se alguns milhares de hectares a cada ano. O principal fator que tem causado essa dramática perda de área de campo nativo

é a conversão para áreas de agricultura (principalmente lavouras de soja, milho e arroz) ou de silvicultura (eucaliptos, pinus e acácia). Os campos existentes são suprimidos, seja com o uso de máquinas para lavrar a terra, seja com o uso de herbicidas aplicados para matar a vegetação campestre, para que as lavouras sejam implantadas (Vélez-Martin *et al.*, 2015, p. 125).

Overbeck *et al.* (2007) relacionam a diminuição da vegetação nativa campestre com as expansões da produção agrícola, da silvicultura e das pastagens cultivadas, sendo que a soja é o principal cultivo a ocupar as áreas originalmente constituídas de vegetação campestre.

Segundo a MapBiomas (2023b) 3,3 milhões hectares (-28,3%) foi o montante de perda líquida de vegetação nativa entre 1985 e 2023. A área de vegetação herbácea foi reduzida de 9,6 milhões de hectares, em 1985, para 6,1 milhões de hectares, em 2023. De outra parte, a agropecuária elevou sua área de 5,4 milhões de ha, em 1985, para 8,8 milhões de hectares, em 2023. O bioma apresenta 43,5% de cobertura vegetal nativa. Conforme ilustra o **Mapa 2**, a sojicultura predomina na agropecuária, com mais de 4 milhões de hectares cultivados.

Mapa 2 - Cobertura e uso da terra do Pampa



Fonte: MapBiomias (2023a).

A Rede Campos Sulinos, coordenada pelo Prof. Dr. Valério Pillar, do Laboratório de Ecologia Quantitativa da UFRGS, reúne mais de 30 grupos de pesquisas de universidades que focam na geração, organização e difusão de conhecimento sobre o bioma. Segundo os pesquisadores, a principal ameaça à conservação dos campos naturais é a conversão para a agricultura e a silvicultura. Assegurar sua conservação é o grande desafio da atualidade porque tem implicações no balanço de carbono no solo, o que é determinante para o esforço de mitigação das mudanças climáticas globais.

Estudo da Rede pesquisou a situação de cada município gaúcho do Pampa em relação à conservação da vegetação nativa em sua respectiva área territorial. Os municípios foram organizados de acordo as categorias: Péssima: 0 a 25% de remanescentes; Ruim: 26 a 50% de remanescentes e Regular: >50% de remanescentes (Rede Campos Sulinos, 2020).

Os municípios enquadrados como em “situação péssima” são aqueles que tiveram perdas históricas maiores do que 80 mil ha e, além disso, apresentam percentuais muito reduzidos de remanescentes em relação ao que havia originalmente. Dos oito municípios classificados em situação péssima, seis integram a região fisiográfica do Planalto Médio, caracterizada pela ocupação agrícola mais antiga. A extinção total dos campos nativos é uma realidade iminente para municípios deste grupo - Santa Bárbara do Sul e Palmeira das Missões – ambos com 3% de remanescentes. A situação mostra-se dramática em Cruz Alta (6%) e é preocupante para diversos municípios que apresentam menos de 20% de remanescentes originais, casos de Tupanciretã (16%) e Júlio de Castilhos (17%), além de Santa Vitória do Palmar (12%) e Joia (18%). A maior área remanescente neste grupo é encontrada em Arroio Grande (25%). Já os municípios classificados como em “situação ruim” são aqueles que perderam grandes extensões de vegetação nativa campestre – no mínimo 50% da área original - e que apresentam pelo menos 26% de remanescentes. Este grupo é composto de municípios de diversas regiões do bioma Pampa. Destacam-se dois municípios com percentuais de remanescentes abaixo de 30% - Camaquã (26%) e Itaqui (27%). Um grande número de municípios apresenta remanescentes campestres variando entre 30 e 34% - Mostardas, Cachoeira do Sul, São Borja, São Sepé, Rio Pardo e Maçambará. Com mais de 40% de remanescentes aparecem Jaguarão (42%), Uruguiana (46%), Rio Grande (49%) e São Gabriel (50%) (Rede Campos Sulinos, 2020, p. 7).

Em 25/05/2012 foi promulgada a Lei federal nº 12.651<sup>2</sup>, ou Lei de Proteção da Vegetação Nativa, que estabelece de forma explícita a necessidade de autorização dos órgãos estaduais competentes para a supressão de qualquer tipo de vegetação nativa (Art. 26). Porém, após a publicação da lei, no período 2012-2018, portanto, contabiliza-se uma perda total de 753.667 ha<sup>3</sup> de vegetação nativa campestre no bioma, ou seja, uma supressão média de 125.611 ha/ano (Rede Campos Sulinos, 2020).

Dois municípios situados na região da Campanha apresentam as maiores extensões de campos nativos suprimidos no bioma Pampa no período recente. São Gabriel foi o município que mais perdeu campos nativos (27.981 ha), seguido de Dom Pedrito (25.861 ha). Cachoeira do Sul (24.080 ha) e Canguçu (22.763 ha) aparecem em 3<sup>a</sup> e 4<sup>a</sup> posições, respectivamente, seguidos dos demais municípios com áreas de supressão muito próximas, entre 19 a 20 mil ha/ano – Alegrete (5<sup>o</sup>), São Lourenço do Sul (6<sup>o</sup>), Jaguarão (7<sup>o</sup>), São Francisco de Assis (8<sup>o</sup>), Santiago (9<sup>o</sup>) e Lavras do Sul (10<sup>o</sup>). Não é surpresa o fato de que a maior parte dos municípios já se encontrem entre os 30 municípios com maiores perdas históricas de campos nativos no Pampa. Este é o caso de Cachoeira do Sul, Jaguarão e São Gabriel (“situação ruim”) e de São Francisco de Assis, Dom Pedrito e Alegrete (“situação regular”) (Rede Campos Sulinos, 2020, p. 10).

A Tabela 1 expressa a principal supressão de campos nativos em municípios gaúchos, no período de 2002 a 2018, com destaque para São Gabriel, Dom Pedrito e Cachoeira do Sul, que lideram o desmatamento. Quanto à perda relativa (%)<sup>4</sup> de vegetação nativa campestre no período 2012-2018, São Lourenço do Sul é o município onde mais se suprimiu vegetação nativa no intervalo 2012-2018 (-31,2%), seguido de Júlio de Castilhos (-30,8%) (Rede Campos Sulinos, 2020).

<sup>2</sup> A Lei federal nº 12.651/2012 permite a supressão da vegetação nativa campestre do bioma Pampa desde que devidamente autorizada pelo órgão estadual competente e atendidas a Reserva Legal de 20% e a inscrição prévia do imóvel rural no Cadastro Ambiental Rural (CAR).

<sup>3</sup> Para apontar os municípios com maiores perdas relativas de campos nativos, estabeleceu-se como critério considerar somente aqueles que em 2012 apresentavam, concomitantemente, pelo menos 20% de remanescentes campestres em relação à cobertura original de campos que havia no passado, e cuja área total de remanescentes campestres fosse superior a 10.000 ha. Este critério objetivou remover um eventual viés na identificação da lista de municípios, tendo em vista que municípios muito pequenos ou com quantidades de remanescentes muito reduzidas poderiam ser incluídos indevidamente, por conta da margem de erro associada à acurácia do mapeamento.

<sup>4</sup> Os municípios de supressão relativa diferem daqueles de supressão absoluta em razão de apresentarem, no geral, menores dimensões territoriais. Destacam-se ainda por metade deles pertencer à região da Depressão Central e nenhum integrar a região da Campanha.

**Tabela 1** - Evolução da supressão de campos nativos em municípios gaúchos 2012/2018

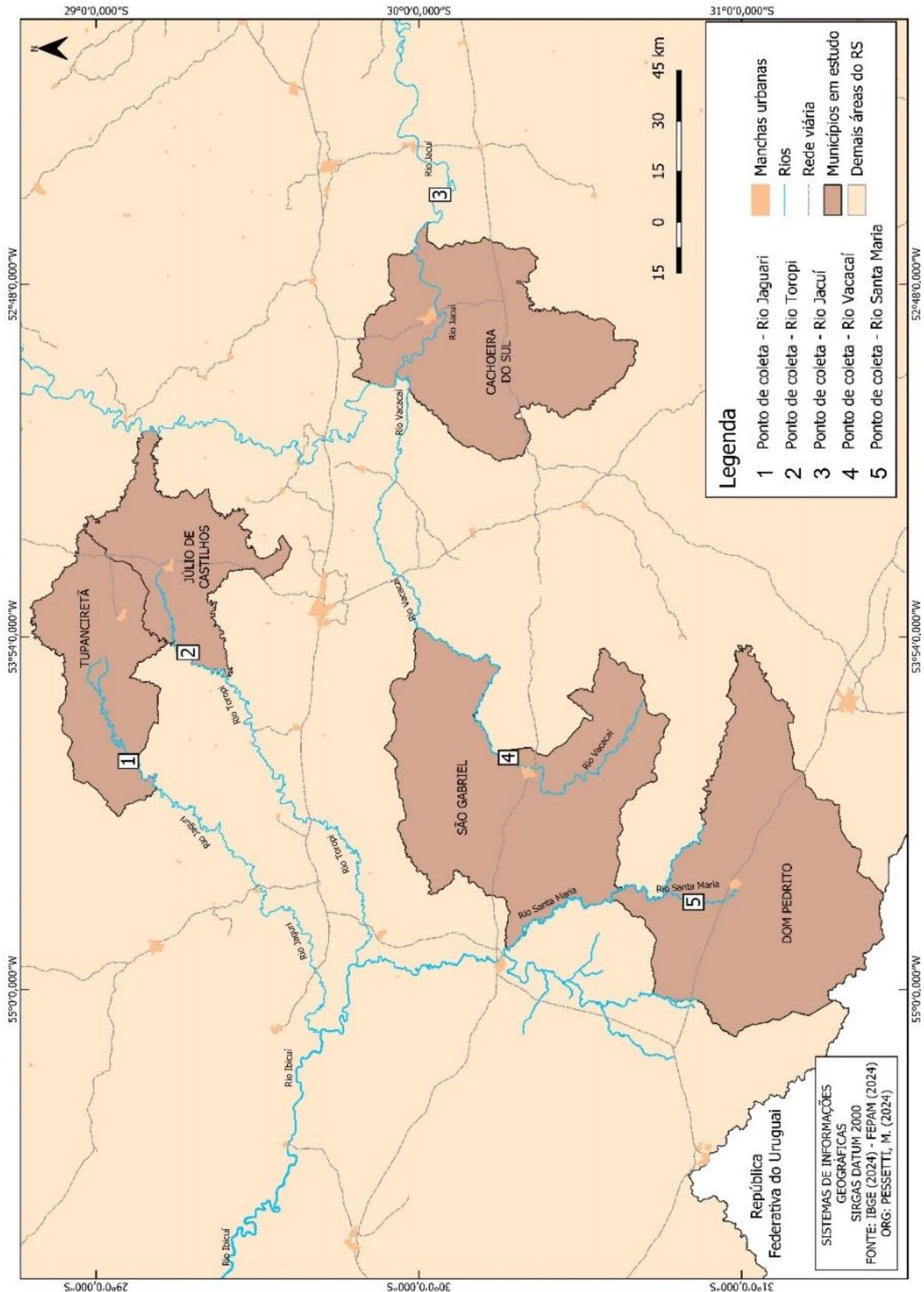
Município	Área do município (ha)	Área campos em 2012 (ha)	Área campos em 2018 (ha)	Supressão absoluta no período (ha)
1. São Gabriel (CAMP)	503.834	250.288	222.307	27.981
2. Dom Pedrito (CAMP)	518.165	285.863	260.001	25.861
3. Cachoeira do Sul (DC)	372.606	112.294	88.214	24.080
4. Canguçu (SS)	351.823	144.107	121.344	22.763
5. Alegrete (CAMP)	777.915	456.002	435.290	20.712
6. São Lourenço do Sul (ES)	203.150	64.299	44.248	20.051
7. Jaguarão (ES)	204.985	98.644	78.922	19.722
8. São Francisco de Assis (MIS)	250.187	119.534	99.882	19.652
9. Santiago (MIS)	240.820	130.366	110.847	19.519
10. Lavras do Sul (SS)	259.434	179.985	160.550	19.435

Fonte: Rede Campos Sulinos, 2020. Adaptação: Autor, 2025. Abreviaturas regiões fisiográficas: CAMP – Campanha, DC – Depressão Central, ES – Encosta do Sudeste, MIS- Missões, SS – Serra do Sudeste.

## 5. A contaminação de rios no Pampa gaúcho

Os agrotóxicos derivam diversas consequências no meio ambiente. Há impactos diretos, indiretos e cumulativos, no solo, no ar e na vegetação não alvo, em organismos não alvo, na saúde humana (Ciarrocchi, 2021). Um dos principais impactos do uso intenso dos agroquímicos é a contaminação das bacias hidrográficas nas regiões de cultivo da soja, a cultura que mais utiliza agrotóxicos no Brasil.

Mapa 3 – Localização de pontos de coleta de água



Fonte: IBGE (2024). Org.: PESSETTI, M. (2024).

Para perceber sua ocorrência nos recursos hídricos dos municípios sojicultores destacados, houve duas coletas de água, nos principais rios de seus territórios, com pontos de coleta ilustrados no **Mapa 3**.

O ponto de coleta de Tupanciretã, no Rio Jaguari, está localizado no Distrito de Espinilho Grande, a 56,5 km da sede do município (via estradas vicinais), na localidade de Passo da Lage, que possui as coordenadas geográficas 29°05'24.8"S e 54°17'36.3"O. A primeira coleta de água no Rio Jaguari foi realizada em 31/01/2023 e as amostras foram entregues ao LARP nesta mesma data. O relatório de resultados emitido a partir da análise de 06/02/2023 apresentou a detecção dos compostos carbendazim e tebuconazol, este último em quantidade menor que o Limite de Quantificação do Método [ $<LOQ$ ]. Nesta primeira coleta, não houve a detecção de glifosato na amostra coletada.

A segunda coleta no Rio Jaguari, no mesmo ponto geográfico, deu-se em 06/05/2023. Neste período, houve maior intensidade pluviométrica, o que acarretou a cheia do rio. O resultado da segunda coleta, com análise laboratorial realizada em 01/06/2023, detectou a presença de 2,4-D, de Imidacloprido e de Tiametoxam.

**Quadro 1** - Resultados de detecção de resíduos de compostos analisados das Coletas 1 e 2 em Tupanciretã

Ingredientes ativos detectados	Quantidade detectada Coleta 1 – Concentração ( $\mu\text{g/L}$ )	Quantidade detectada na Coleta 2 – Concentração ( $\mu\text{g/L}$ )
Carbendazim	0,020	Não detectado
Imidacloprido	Não detectado	0,192
Tebuconazol	$<LOQ$	Não detectado
Tiametoxam	Não detectado	0,020
2,4-D	Não detectado	0,052

Fonte: LARP (2023). Org.: Autor (2025).

Em São Gabriel, o ponto de coleta no Rio Vacacaí está localizado no Distrito de Tiaraju, a uma distância aproximada de 16,4 km da sede municipal, de coordenadas geo-

gráficas 30°16'40.5"S e 54°16'45.3"O. A primeira coleta de água ocorreu em 30/01/2023. As amostras de água foram analisadas pelo LARP em 06/02/2023. Nesta coleta, houve a detecção de diversos agrotóxicos: azoxistrobina, carbendazim, carbofurano(<LOQ), carboxim (<LOQ), clorimurom etílico, epoxiconazol, imidacloprido, quincloraque, tebuconazol, tiametoxam, conforme ilustra o **Quadro 2**. Nesta coleta não houve a detecção específica de glifosato na amostra analisada.

**Quadro 2** - Resultados de detecção de resíduos de compostos analisados das Coletas 1 e 2 em São Gabriel

Ingredientes ativos detectados	Quantidade detectada Coleta 1 - Concentração (µg/L)	Quantidade detectada na Coleta 2 - Concentração ((µg/L)
Azoxistrobina	0,079	Não detectado
Carbendazim	0,023	Não detectado
Carbofurano	<LOQ	Não detectado
Carboxim	<LOQ	Não detectado
Clorimurom etílico	0,054	Não detectado
Epoxiconazol	0,256	<LOQ
Imidacloprido	0,128	0,093
Quincloraque	1,229	0,079
Tebuconazol	1,233	0,032
Tiametoxam	0,119	0,027
2,4-D	Não detectado	<LOQ

Fonte: LARP (2023). Org.: Autor (2025).

A segunda coleta de amostras de água foi realizada no mesmo ponto do Rio Vacacaí, em 13/05/2023. Neste período, houve a maior incidência de chuvas, após a estiagem que assolou a região e comprometeu a produtividade das lavouras sojicultoras, o que drenou resíduos do entorno, além de ampliar o leito do rio. Nesta segunda coleta, houve a detecção de diversos resíduos de agrotóxicos na amostra coletada: 2,4-D (<LOQ), epoxi-

conazol (<LOQ), imidacloprido, quincloraque, tebuconazol e tiametoxam, como mostrado no **Quadro 2**. A amostra de água para análise específica da presença de glifosato não registrou a incidência do composto.

O ponto de coleta em Júlio de Castilhos ocorreu no Balneário Costa do Toropi, divisa com o município de Quevedos, a 35,9 km da sede municipal (via estradas vicinais), nas coordenadas geográficas 29°16'26.2"S e 53°56'51.2"O. A primeira coleta de água no Rio Toropi ocorreu em 31/01/2023, analisada pelo LARP em 06/02/2023. A região do ponto de coleta apresenta vastas lavouras de soja, em relevos pouco acidentados, as denominadas coxilhas. Os resultados de detecção apresentaram a incidência de agrotóxicos na água: carbendazim e imidacloprido, conforme o **Quadro 3**. O teste para detecção de glifosato não apurou a existência do composto na amostra.

A segunda coleta foi realizada em 06/05/2023, encaminhada ao laboratório em 11/05/2023, com análise do LARP em 01/06/2023. Neste período, o rio avolumou seu leito em função das chuvas mais incidentes na região, após a estiagem. Segundo a análise laboratorial, ilustrada no Quadro 3, foram identificados agrotóxicos nesta segunda coleta no Rio Toropi: 2,4-D, imidacloprido, tebuconazol (<LOQ) e tiametoxam (<LOQ).

**Quadro 3** - Resultados de detecção de resíduos de compostos analisados das Coletas 1 e 2 em Júlio de Castilhos

Ingredientes ativos detectados	Quantidade detectada Coleta 1 - Concentração (µg/L)	Quantidade detectada na Coleta 2 – Concentração ((µg/L)
Carbendazim	0,120	Não detectado
Imidacloprido	0,092	0,150
Tebuconazol	Não detectado	<LOQ
Tiametoxam	Não detectado	<LOQ
2,4-D	Não detectado	0,032

Fonte: LARP (2023). Org.: Autor (2025).

O ponto de coleta do Rio Jacuí, em Cachoeira do Sul, ocorreu a jusante, já no município de Rio Pardo, no Distrito de Pederneiras, nas coordenadas geográficas 30°03'43.7"S e 52°30'59.5"O, após a contribuição do afluente Rio Iruí ao Rio Jacuí, que delimita Cachoeira do Sul/Rio Pardo. A primeira coleta de água neste ponto foi realizada em 30/01/2023, encaminhada nesta data ao LARP, que realizou a análise em 06/02/2023. Segundo a análise laboratorial, foram identificadas as presenças dos compostos carbendazim (<LOQ) e tebuconazol, conforme o **Quadro 4**. A amostra específica para o composto glifosato não apresentou a ocorrência do pesticida. A segunda coleta no Rio Jacuí, após um período de chuvas mais consistentes, ocorreu em 10/05/2023. A análise foi realizada pelo LARP em 01/06/2023. Houve a detecção dos seguintes compostos na segunda coleta: 2,4-D (<LOQ), imidacloprido, quincloraque, tebuconazol e tiametoxam (<LOQ), como informa o **Quadro 4**; e não houve identificação de glifosato.

**Quadro 4** - Resultados de detecção de resíduos de compostos analisados das Coletas 1 e 2 em Cachoeira do Sul

Ingredientes ativos detectados	Quantidade detectada Coleta 1 - Concentração (µg/L)	Quantidade detectada na Coleta 2 – Concentração ((µg/L)
Carbendazim	<LOQ	Não detectado
Imidacloprido	Não detectado	0,084
Quincloraque	Não detectado	0,062
Tebuconazol	0,05	0,042
Tiametoxam	Não detectado	<LOQ
2,4-D	Não detectado	<LOQ

Fonte: LARP (2023). Org.: Autor (2025).

O ponto de coleta em Dom Pedrito, no Rio Santa Maria, deu-se na localidade de Caveiras, nas coordenadas geográficas 30°50'47.1"S e 54°43'16.0"O. A primeira coleta no Rio Santa Maria ocorreu em 30/01/2023, com análise do LARP realizada em 06/02/2023, que detectou a presença de agrotóxicos: carbendazim, quincloraque, tebuconazol e tia-

metoxam, como demonstrado no **Quadro 5**. A verificação para a detecção específica de glifosato resultou na inexistência do composto na amostra coletada. A segunda coleta no Rio Santa Maria ocorreu em 07/05/2023, em período chuvoso, que adensou consideravelmente o volume do rio. A análise desta segunda coleta de água foi realizada pelo LARP em 01/06/2023. Foram identificados os seguintes compostos na amostra coletada: 2,4-D, bentazona, carbendazim (<LOQ), imidacloprido, quincloraque, tebuconazol e tiametoxam, como mostra o **Quadro 5**.

**Quadro 5** - Resultados de detecção de resíduos de compostos analisados das Coletas 1 e 2 em Dom Pedrito

Ingredientes ativos detectados	Quantidade detectada Coleta 1 – Concentração (µg/L)	Quantidade detectada na Coleta 2 – Concentração ((µg/L)
Bentazona	Não detectado	0,039
Carbendazim	0,042	<LOQ
Imidacloprido	Não detectado	0,057
Quincloraque	4,254	0,327
Tebuconazol	0,233	0,110
Tiametoxam	0,095	0,046
2,4-D	Não detectado	0,202

Fonte: LARP (2023). Org.: Autor (2025).

A análise específica para o glifosato não detectou a presença da substância na amostra coletada.

## Considerações finais

As fartas narrativas que enaltecem o “sucesso” da sojicultura transgênica ignoram os altos custos econômicos – altos investimentos estatais, desonerações fiscais para im-

portação de insumos e exportação da soja, oligopolização nacional e estrangeira da cadeia produtiva, desnacionalização de empresas e remessa de lucros de transnacionais às matrizes; os custos sociais – o impulso à maior concentração fundiária, concentração de renda e desigualdade social, perdas tributárias e desassistência social de entes federativos, a baixa geração de empregos, a desterritorialização de comunidades, a vulnerabilidade alimentar pela redução da produção de alimentos, a pressão sobre o preço dos alimentos.

Sobressaem-se ainda os custos ambientais, igualmente ignorados na análise dos resultados da cadeia produtiva da soja transgênica. O desmatamento é uma grave derivação da expansão sojicultora no Brasil, que já cobra um custo ambiental altíssimo com as mudanças climáticas em curso e os desastres ambientais que se multiplicam. O Pampa é o domínio morfoclimático e fitogeográfico mais degradado nas últimas décadas, principalmente pela conversão das áreas de campos destinados à pecuária, agora convertidos a pastagens e à expansão sojicultora. Os danos são preocupantes, porém sem a devida ação governamental fiscalizatória pela naturalização de uma mera conversão de um campo de pecuária para outra cultura, agora agrícola.

O desmatamento do Pampa, o revolvimento dos solos para o cultivo, o uso abusivo de agrotóxicos diversos como fungicidas, inseticidas e herbicidas, vem acarretando a fragilização regional. A degradação ambiental leva à perda de habitat para diversas espécies animais e vegetais, muitas delas endêmicas do Pampa, como o veado-campeiro, o tamanduá-bandeira e a jaguatirica. A remoção da vegetação nativa pode levar à erosão do solo, perda de nutrientes e desertificação. O desmatamento pode afetar a qualidade e a quantidade de água disponível, além de aumentar o risco de inundações e secas.

Os recursos hídricos também vêm sendo consideravelmente impactados pela expansão sojicultora. Uma consequência grave é a contaminação de rios com agrotóxicos, de riscos graves ao meio ambiente e à saúde humana. Até mesmo produtos banidos pela Anvisa foram detectados nos rios analisados. Endossa a necessidade, também alertada por diversos institutos de pesquisa, como a Fundação Oswaldo Cruz e o Instituto Nacional

do Câncer, de se criar mecanismos de controle dos recorrentes danos causados e sérios riscos às vidas animais, vegetais e humanas de comunidades destes territórios. Este controle da sociedade deve se dar através de legislações menos permissivas, que autorizam produtos usados no Brasil com tolerância de detecção cinco mil vezes superior ao padrão europeu, como o caso do glifosato. Como afirma Bombardi (2023), trata-se de um colonialismo químico que usurpa direitos humanos e o meio ambiente, orquestrado principalmente por grandes corporações econômicas estrangeiras, desautorizadas a fazerem o mesmo em seus países de origem.

## Referências

- AGUIAR, Diana; TORRES, Maurício. A boiada está passando: Desmatar para grilar. In: **Dossiê: O agro é fogo**. Disponível em: <<https://agroefogo.org.br/>>. Acesso em: 23/09/2024.
- AMARAL, Lucia do; JAIGOBIND, Sammay Jaisingh; JAIGOBIND, Allan George. **Dossiê Técnico: Óleo de Soja**. Instituto de Tecnologia do Paraná – TECPAR. p. 05-08. Curitiba: nov, 2006. Disponível em: <<file:///D:/ARQUIVOS%20DO%20USU%C3%81RIO/Downloads/MzA2.pdf>>. Acesso em 12/05/2024.
- AZEVEDO, José Lúcio de; FUNGARO, Maria Helena Pelegrinelli; VIEIRA, Maria Lúcia Carneiro. Transgênicos e evolução dirigida. **História, Ciências, Saúde - Manguinhos**, v. 2, pp. 451-464, 2000.
- BOMBARDI, Larissa Mies. **Agrotóxicos e colonialismo químico**. São Paulo: Elefante, 2023.
- CIARROCCHI, Isabella Rocha. **Efeito da radiação gama na degradação de pesticidas (azoxistrobin e carbendazim) em morango**. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” - Universidade de São Paulo. Piracicaba: 2021.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Grãos por produtos**. Brasília – DF: 2025. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/serie-historica-das-safras/itemlist/category/911-soja>>. Acesso em 12/02/2025.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Soja RR**: Tecnologia Embrapa representa menor custo ao produtor no RS. Artigo de Joseani Antunes (MTb 9693/RS), da Embrapa Trigo, e Lebna Landgraf (MTb 2903/PR), da Embrapa Soja. Brasília – DF: 15 nov. 2021. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/66186218/soja-rr-tecnologia-embrapa-representa-menor-custo-ao-produtor-no-rs#:~:text=Na%20safra%202020%2F2021%2C%20a,RR%20e%2075%25%20para%20IPRO>>. Acesso em 05/08/2024.

GALEANO, Eduardo. **As veias abertas da América Latina**. Porto Alegre: L&PM, 2011.

GOVERNO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL. Secretaria de Planejamento, Governança e Gestão. Atlas Socioeconômico do Rio Grande do Sul. **Soja**. 7.ed. ISBN: 978-65-87878-08-9. Porto Alegre: 2022. Disponível em: <<https://atlassocioeconomico.rs.gov.br/soja>>. Acesso em 16/09/2024.

HESS, Sonia Corina; NODARI, Rubens. Agrotóxicos no Brasil: Panorama dos produtos entre 2019 e 2022. **Revista Ambientes em Movimento**, v. 2, nº 2, pp. 39-52, 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Agropecuário 2017**. Rio de Janeiro: IBGE, 2017. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/6957>>. Acesso em 12/02/2025.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Contas econômicas ambientais da terra**: contabilidade física – Brasil 2000/2020. IBGE, Coordenação de Meio Ambiente. Rio de Janeiro: 2022. 112 pp. (Contas Nacionais, ISSN 1415-9813; n. 88). Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/contas-nacionais/34822-contas-economicas-ambientais-da-terra.html>>. Acesso em 23/09/2024.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção Agrícola Municipal**. Tabela 1612 - Área plantada, área colhida, quantidade produzida, rendimento médio e valor da produção das lavouras temporárias. Rio de Janeiro: 2025. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1612>>. Acesso em 10/02/2025.

LONDRES, Flávia. Transgênicos no Brasil: as verdadeiras consequências. In: **Portal Faculdade de Engenharia de Alimentos** - Laboratório de Engenharia Ecológica e Informática Aplicada (LEIA) da UNICAMP. Campinas: 2005. Disponível em: <<https://www.unicamp.br/fea/ortega/agenda21/candeia.htm#:~:text=Em%20suma%2C%20o%20que%20temos,tamb%C3%A9m%20para%20o%20meio%20ambiente>>. Acesso em: 02/02/2025.

- MAPBIOMAS. **Projeto MapBiomas** – Mapeamento Anual de Cobertura e Uso da Terra no Brasil - Coleção 9. São Paulo: 2023a. Disponível em: <<https://brasil.mapbiomas.org/mapa-mural/>>. Acesso em: 10/02/2025.
- MAPBIOMAS. **Infográficos**. São Paulo: MapBiomas, 2023b. Disponível em: <<https://brasil.mapbiomas.org/infograficos/>>. Acesso em 12/02/2025.
- MARTINS, Aline Regina Alves. **Dependência e monopólio no comércio internacional de sementes transgênicas**. Dissertação (mestrado) - UNESP/UNICAMP/PUC-SP, Programa San Tiago Dantas, Campinas: 2010.
- MELGAREJO, Leonardo. A safra transgênica de 2002/2003. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 1, nº 1, pp. 1-4, 2006.
- MENEZES, Willian. Em mapa, a degradação da agricultura brasileira. **Outras Palavras**, São Paulo, 06 out. 2021. Disponível em: <<https://outraspalavras.net/crise-brasileira/em-mapa-a-degradacao-da-agricultura-brasileira/>>. Acesso em: 19/09/2024.
- OVERBECK, Gerhard; MÜLLER, Sandra; FIDELIS, Alessandra; PFADENHAUER, Jörg; PILAR, Valério; BLANCO, Carolina; BOLDRINI, Ilsi; AMBOS, Rogério; FORNECK, Eduardo. Brazil's neglected biome: The South Brazilian Campos. Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics. **Science**. v. 9, 2.ed., pp. 101-116, 2007.
- PILLAR, Valério de Patta; LANGE, Omara (org.). **Os Campos do Sul**. Porto Alegre: Rede Campos Sulinos – UFRGS, 2015.
- PORTO-GONÇALVES, Carlos Walter. **O desafio ambiental**. Rio de Janeiro: Record, 2004.
- REDE CAMPOS SULINOS. **A agonia do Pampa**: Um panorama atual sobre a supressão da vegetação nativa campestre. Porto Alegre: UFRGS, 2020. Disponível em: <[http://ecoqua.ecologia.ufrgs.br/arquivos/Agonia\\_do\\_Pampa.pdf](http://ecoqua.ecologia.ufrgs.br/arquivos/Agonia_do_Pampa.pdf)>. Acesso em: 26/03/2024.
- ROBIN, Marie-Monique. **O mundo segundo a Monsanto**. São Paulo: Radical Livros, 2008.
- VÉLEZ-MARTIN, Eduardo Vélez-Martin; ROCHA, Carlos Hugo; BLANCO, Carolina; AZAMBUJA, Bethânia Oliveira; HASENACK, Heinrich; PILLAR, Valério De Patta. Conversão e fragmentação. In: PILLAR, Valério de Patta; LANGE, Omara (org.). **Os Campos do Sul**. Porto Alegre: Rede Campos Sulinos – UFRGS, 2015.
- WEYERMÜLLER, André Rafael. Organismos geneticamente modificados e direitos do consumidor. **Revista Estudos Jurídicos**, nº 99, pp. 126-144, 2004.

**Henrique Rudolfo Hettwer** é Doutor em Geografia pela Universidade Federal de Santa Maria/RS (UFSM), e professor nas redes públicas municipal e estadual, e privada de ensino do Rio Grande do Sul. **E-mail:** henriquehettwer@gmail.com.

Artigo enviado em 10/03/2024 e aprovado em 13/06/2025.